تعیین آستانه آماری و تحلیل سینوپتیک دماهای ابر سرد مراغه

دریافت مقاله:۹۰/۷/۳ پذیرش نهایی: ۹۰/۱۰/۵
صفحات: ۶۲-۴۵

یوسف قویدل رحیمی: استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس[۱]
Email: ghavidel@modares.ac.ir

چکیده

در این تحقیق یک روش برای تعیین عدد آستانه و تشخیص دماهای ابر سرد برای ایستگاه مراغه ارایه شده است. مقدار عددی شاخص برای دوره زمانی دسامبر تا مارس برابر ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد مورد محاسبه قرار گرفت که ارقام برابر یا کمتر از آن به عنوان دماهای ابر سرد شناخته می شوند. تعداد روزهای ابر سرد مراغه با توجه به عدد آستانه مذکور ۱۰ روز بود که برای تحلیل سینوپتیک دماهای ابر سرد از ۱۰ روز مذکور تحلیل به عمل آمده است. نتایج تحلیل سینوپتیک نشان از وجود و شناسایی ۳ الگوی گردشی فشار سطح زمین به اسامی: الگوی پرفشار غربی با فراوانی ۵ روز، الگوی پرفشار ادغامی با فراوانی ۳ روز، و الگوی پرفشار سیبری با فراوانی ۲ روز، از مجموع ۱۰ روز مورد مطالعه دارد. طبقه بندی نقشه های مربوط به ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز نشان از وجود ۳ الگوی گردشی در تراز مذکور دارد. بررسی نقشه های سینوپتیک و تحلیل کمی داده های آنها نشان داد که استقرار یکی از الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به همراه تضعیف باد مداری و شمالی شدن جهت باد نصف النهاری، زمینه فرارفت دمایی منفی یا انتقال هوای سرد عرض های بالای جغرافیایی را به ایستگاه مراغه فراهم نموده و دمای هوا را تا حد غیر قابل تحملی کاهش می دهد. استقرار یکی از ۳ الگوی گردشی فشار سطح زمین نیز نقش فرارفت دمایی سرد را تکمیل و تشدید نموده و نهایتاً موجب سرمای شدید هوا شده و بدین شکل در ایستگاه مراغه دماهای ابر سرد ایجاد می شوند.

کلید واژگان: تحلیل سینوپتیک، آستانه آماری، دماهای ابر سرد، فرارفت سرد، مراغه

---

۱. نویسنده مسئول:تهران- پل گیشا- دانشگاه تربیت مدرس- دانشکده علوم انسانی- گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقدمه

زمستان های خشن، سرد و برفی از ویژگی های اقلیم کوهستانی منطقه شمال غـرب ایـران است. از جمله اثرات سرماهای شدید می توان از بیماری های مرتبط با دما مثل سرما خوردگی، ذات الریه، تشدید آسم و انواع شکستگی ها، ترکیدن لوله هـا و اتـصالات آب، یخبنـدان سـطح معابر و خیابان ها، افزایش مصرف انرژی و افت فشار شـبکه هـای گـاز و بـرق و یـخ بـستن آب آشامیدنی در منازل و غیره را نام برد. در این تحقیق روزهای ابر سرد به روزهای بسیار سـرد یـا سرما (یخبندان) های شدید یک ایستگاه هواشناسی یا یک منطقه جغرافیایی گفته می شود. از نظر آماری روزهای ابر سرد بخش پایین تر دماهای فرین هستند. از نظر آماری «در مقایـسه بـا میانگین به مقادیر حدی بالا (مقادیر بسیار بزرگ) و حدی پایین (مقادیر بسیار کوچک) مقـادیر فرین گفته می شود» (Reiss and Thomas, ۲۰۰۹: ۱۷).

مشکلاتی که هر ساله دماهای فرین در مناطق مختلف جغرافیایی به وجود می آورنـد، باعـث شده که موضوع مطالعه دماهای فرین اهمیت علمی و کاربردی خاصی پیدا کرده و ابعاد و اثرات مختلف تغییرات دمایی بویژه افت آن که دماهای فرین (و در صورت تشدید روزهای ابر سـرد را بوجود می آورد)، مورد بررسی قرار داده شود. کمیسیون اتحادیه اروپا اثر سوانح ناشـی از فـرین های اقلیمی را در ۵ بخش که شامل صدمات در بخش های: جنگلـداری و کـشاورزی، صـدمات بوم شناختی، توریسم، انرژی و بیمه و حفاظت تاسیسات می شود، مورد ارزیابی قرار داده که در ۴ بخش از کل ۵ بخش یاد شده عامل ایجاد کننده صدمه، دما است (جدول ۱).

تحقیقات نشان از افزایش دماهای فرین زمستانه و تمایل دمای زمستانه کانادا به گرم شدن و کم تر شدن دامنه دماهای حداقل و حـداکثر زمـستانی از سـال ۱۹۰۰ تـا ۱۹۹۸داشـته اسـت (Bonsal et al, ۲۰۰۱: ۱۹۵۹). Prieto et al, ۲۰۰۴: ۵۹ در مطالعه خود در خصوص دماهای فرین زمستانه ۵ درصد نهایی توزیع آماری پواسون را به عنوان آستانه ی تفکیک و شناسایی دماهـای فرین کمینه قرار داده و ۷ الگوی گردشی همدید به وجود آورنده دماهـای فـرین کمینـه شـبه جزیره ی اسپانیا را مورد شناسایی و مطالعه قرار داده اند. «Kadokura» و «Kato» (۶۹ :۲۰۰۵) با استناد و مبنا قرار دادن ۲± انحراف معیار از حداقل و حداکثر دماهای روزانه و فراوانی وقـوع، شاخص دماهای فرین حداقل و حداکثر را برای ژاپن پیشنهاد کرده اند و بـر مبنـای داده هـای مذکور و با استفاده از مدلی منطقه ای به پیش بینـی و شـبیه سـازی دماهـای فـرین ژاپـن در شرایط تغییر اقلیم پرداخته اند. مطالعه محققین در خصوص شاخص های دمایی حوضه کارپات

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

(Carpathian) نشانگر روند افزایشی شـدیدی در تعـداد روزهـای سـرد، شـدت یخبنـدان هـا و شاخص استمرار موج سرما است (Judit and Rita, ۲۰۰۶: ۲۱۳).

جدول (۱) بخش های متاثر از فرین های اقلیمی و عناصر مولد صدمات (Hanson et al, ۲۰۰۷: ۱۶۵)

بخش	صدمه	فرین اقلیمی	عنصر مولد
جنگلداری و کشاورزی	ریشه کن شدن گیاهان	طوفان باد	باد
	آتش سوزی جنگل	استرس گرمایی، خشکسالی	دما، بارش
	کشاورزی مدیترانه	استرس گرمایی، خشکسالی، یخبندان مزارع و باغات	دما، بارش
صدمه بومشناختی	صدمه به بوم ها	سیل، استرس گرمایی، خشکسالی	دما، بارش
انرژی	استفاده از انرژی	استرس گرمایی تابستانی و امواج سرمای زمستانی	دما
توریسم	سواحل	استرس گرمایی و شرجی هوا	دما و رطوبت
	ورزش های زمستانه	کمی یا زیادی برف	دما، بارش
بیمه و حفاظت تاسیسات	صدمه مالی	طوفان باد	باد
	صدمه جانی	سیل	باران و برف
	آب	سیل و خشکسالی	بارش

در تحقیقی بر اساس توزیع احتمال آماری، ۱۰ درصد بالایی یـا مقـادیر بـالاتر از ۹۰ درصـد دماهای فرین بیشینه، به عنوان آستانه تفکیک دماهای فرین بیشینه و دهک آخر یا ۱۰ درصـد پایینی توزیع مقادیر دمای فرین کمینه به عنوان آستانه ی دماهای فرین کمینه مورد اسـتفاده قرار گرفته است (Zhang et al, ۲۰۰۸: ۳۵). بر اساس تحقیقـات آنتـی سـیکلون نـسبتاً ضـعیف اقیانوس اطلس و شمال اروپا، کم فشارهای متوالی در غرب و مرکز اروپا، بادهای غربی، شـرایط بارومتریک در ناحیه مدیترانه و کم فشارهای لیتوانی و استونی که شرایط سرما را به مرکز اروپا مستقر می سازند، عوامل اصلی امواج سرد اروپـا هـستند (Cony et al, ۲۰۰۸: ۳۹۹). اثـر الگـوی پیوند از دور نوسانات اطلس شمالی بر دماهای فرین زمستانی بلگراد بررسی شده و تاثیر آن بـر وقوع دماهای فرین زمستانی تایید شده است (Unkasevic and Tosic, ۲۰۰۹: ۲۹) .

برخی از مطالعات مربوط به دماهای فرین با اهداف زیست اقلیمی و بهداشت و سلامتی انجام می گیرد که از جمله مطالعات مذکور می توان بـه کـار «Ha» و همکـاران (۲۰۰۹، ص۲۱۵۸) در خصوص نقش دماهای فرین در مرگ و میر افراد در شهر سئول کره جنوبی در فـصل زمـستان اشاره نمود. از جدیدترین مطالعات انجام گرفته در زمینه دماهای فرین می توان به کار محققین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

چینی اشاره کرد که در آن تغییرات روند دماهای فـرین هنـگ کنـگ و جنـوب چـین در دوره آماری ۱۲۴ ساله مورد مطالعه قرار گرفته و هر دوی دماهای فرین سرد و گرم رونـد معنـا داری از خود نشان داده اند (Lee et al, ۲۰۱۱: ۱۴۷).

اکثر مطالعات همدید انجام شده در ایران مستقیماً دماهای فرین را مورد توجـه قـرار نـداده، بلکه به صورت غیر مستقیم و با تاکید بر پدیده یخبنـدان انجـام گرفتـه انـد. بـه عقیـده براتـی جابجایی سامانه های پرفشار مهاجر از عرض های بالاتر (از سمت سیبری و اروپای مرکزی) بـه یخبندان های شدید و فراگیر می انجامد و برعکس، جابجایی از عرض های پایین تـر (از سـمت دریای مدیترانه) به یخبندان های ملایم و نیمه فراگیر منتهی مـی شـود (براتـی، ۱۳۷۸، ص۱۳۳). مطالعات نشان داده که در ۷۰ درصد مواقع بروز سرماهای شدید زمستانه، یک پرفـشار بـر روی سطح زمین و ناوه ای عمیق در ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در پیـشاپیش منطقـه ی شمال غرب، عوامل همدید سرماهای شدید بوده اند و مابقی ۳۰ درصـد سـرماهای شـدید از نوع غیر همدید یا تابشی بوده اند (علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷، ص۱). ثابت شده است که تیـپ هـای هوای پرفشار اروپای شمالی، پرفشار سـیبری و پرفـشار اروپـای شـرقی، بیـشترین تـاثیر را بـر یخبندان های شدید و فراگیر ایران دارند. تیپ هوای یاد شده جریانات هوای سرد عـرض هـای بالای جغرافیایی را به سمت ایران منتقل کرده و باعث به وقوع پیوستن یخبندان های شـدید و فراگیری در ایران می شوند (فتاحی و صالحی پاک، ۱۳۸۸، ص۱۲۷). مجـرد و جـوادی (۱۳۸۹، ص۸۳) بر اساس روش های آماری ایران را از نظر دماهـای حـداقل مـورد پهنـه بنـدی قـرار داده انـد. ورشاویان و همکاران (۱۳۹۰، ص۱۶۹) برای تشخیص آماری آستانه های دمای حـداقل و تحلیـل روند تغییرات زمانی آن از روش صدک ها استفاده کرده و تغییرات معنـی داری در رونـد سـری های حداقل بعضی از ایستگاه های دارای آمار بلند مدت ایـران پیـدا کـرده انـد. بـا اسـتفاده از شاخص انحراف نرمال شده دما (شاخص فومیاکی) دماهـای حـداقل شـمال غـرب ایـران مـدل سازی و تعین آستانه شده و ۸۰ روز توأم با دمای فرین شناسایی شده است. تحلیل سینوپتیک روزهای مذکور نشان داده که کل ۸۰ روز شناسایی شده بـر اثـر عوامـل سـینوپتیک و فرارفـت هوای سرد از عرض های بالای جغرافیایی و نه تابش زمینی به وقوع پیوسته و تـداوم سـرماهای شدید شمال غرب ایران بر اثر بندالی شدن (وقوع بلوکینگ) به وقوع پیوسته اند (قویدل رحیمـی، ۱۳۹۰، ص۱۵۵).

با توجه به بدیع بودن موضوع دماهای ابر سرد و لزوم تحقیق در زمینه مذکور، پژوهش حاضر در صدد تعیین و شناسایی و تحلیل سـینوپتیک الگوهـای گردشـی سـطح زمـین و تـراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مؤثر بر وقوع روزهای ابر سرد در ایستگاه سینوپتیک مراغه برآمده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

داده ها و روش شناسی

ایستگاه سینوپتیک مراغه از نظر جغرافیایی در مختصات ۴۶/۱۶ درجه طول جغرافیایی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۲۴ درجه شمالی در دامنه کوه سهند واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۷۸ متر است.

داده های روزانه حداقل دمای ایستگاه سینوپتیک مراغه در یک دوره ۲۳ ساله از بدو تاسیس در سال ۱۹۸۴ تا آخر سال ۲۰۰۶ میلادی برای مطالعه انتخاب گردید. با توجه به دوره ۲۳ ساله آماری حجم نمونه مورد مطالعه در ابتدا ۸۴۰۱ روز بوده است. با توجه به این که هدف مطالعه روزهای ابر سرد بود، از میان داده های کل سال، داده های ۴ ماه سرد سال از دسامبر تا آخر مارس به تعداد ۲۷۸۹ روز، از داده ها جدا و به صورت نزولی مرتب گردید. پس از رتبه بندی مقادیر دمای حداقل روزانه ماه های دسامبر تا مارس مقادیر کمتر از صفر (مقادیر منفی) از داده های مثبت دمای حداقل تفکیک و برای مطالعه انتخاب گردید. در این مرحله حجم نمونه از تعداد ۲۷۸۹ روز به ۱۶۱۶ روز کاهش پیدا کرد. برای شناسایی روزهای ابر سرد از رابطه ساده $T_{scd} = M_{T\min} + \sigma$ استفاده شده است. در رابطه مذکور T_{scd} ، عدد آستانه برای شروع و تعیین روزهای ابر سرد، $M_{T\min}$ حداقل دمای کمینه روزانه ثبت شده ایستگاه در طول دوره آماری و σ انحراف معیار بلند مدت دماهای حداقل روزانه در کل دوره آماری هستند. آستانه مذکور برای هریک از ماه های چهارگانه یا مجموع ۴ ماه (دسامبر تا مارس) قابل محاسبه می باشد. روزهای انتخابی پس از محاسبه عددی رابطه پیش گفته از میان روزهای مذکور انتخاب گردیده است. داده های معرف ویژگی های دینامیک و ترمودینامیک جو که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته اند، عبارت از داده های فشار سطح دریا (هکتوپاسکال)، ارتفاع ژئوپتانسیل (ژئوپتانسیل متر)، باد مداری (متر بر ثانیه)، باد نصف النهاری (متر بر ثانیه)، دمای جو (درجه سانتی گراد) هستند که از ویرایش دوم داده های تحلیل مجدد (Reanalysis II) در مرکز پیش بینی های اقلیمی[۱] در ناسا اخذ گردیده و با استفاده از داده های مذکور و برنامه نویسی در محیط نرم افزار Grads نقشه های سینوپتیک مطالعه ترسیم گردیده است. برای تحلیل سینوپتیک دماهای ابر سرد مراغه محدوده جغرافیایی ۰ تا ۱۰۰ درجه طول شرقی و ۱۵ تا ۷۰ درجه عرض شمالی در نظر گرفته شد. شبکه ۲/۵ در ۲/۵ درجه ای پنجره مذکور دارای ۹۴۳ گره است. به علت اندک بودن روزهای توأم با دماهای ابر سرد، شناسایی و طبقه بندی الگوهای گردشی ۵۰۰ با استفاده از روش دستی انجام گرفت.

[۱] -National Center for Environmental Prediction (NCDP)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

غربال گری آماری

در جدول ۲ ویژگی های آماری مربوط به دماهای زیر صفر ایستگاه سینوپتیک مراغه درج گردیده است. پس از استخراج ویژگی های آمار توصیفی با استفاده از دو ویژگی انحراف معیار و کمینه دماهای حداقل مورد محاسبه برای هر یک از ماه ها و با استفاده از رابطه ۱ اعداد آستانه شروع روزهای ابر سرد ایستگاه مراغه به شرح جدول ۳ مورد محاسبه قرار گرفت. به منظور انتخاب روزهای مطالعه برای تحلیل سینوپتیک روزهای ابر سرد از مجموع داده های روزانه حداقل دمای زیر صفر ماه های ژانویه تا دسامبر استفاده شده است.

جدول (۲) ویژگی های آماری دماهای حداقل (زیر صفر) ماه های دسامبر تا مارس ایستگاه مراغه ۲۰۰۶-۱۹۸۴

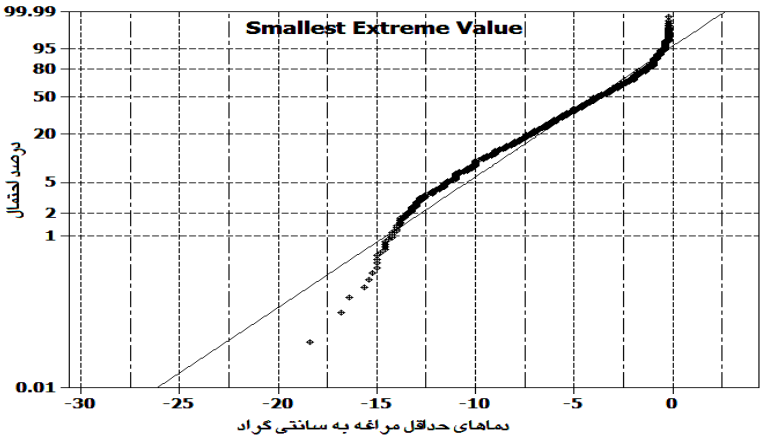
دوره زمانی	ژانویه	فوریه	مارس	دسامبر	دسامبر تا مارس
تعداد روز	۵۶۴	۴۴۰	۲۲۳	۳۸۹	۱۶۱۶
میانگین	-۵/۱۰	-۴/۹۱	-۳/۵۲	-۴/۴۷	-۴/۵
انحراف معیار	۳/۴۴	۳/۶۱	۳/۳۵	۳/۲۶	۳/۴۷
ضریب تغییر	-۶۷/۴	-۷۳/۵	-۹۵/۰۲	-۷۳	-۷۶/۳۳
مجموع	-۲۸۷۸/۴	-۲۱۶۰/۵	-۷۸۶/۸	-۱۷۳۹/۸	-۷۸۹۲/۵
کمینه	-۱۵/۶	-۱۶/۸	-۱۶/۴	-۱۸/۴	-۱۸/۴
میانه	-۴/۴	-۴	-۲/۴	-۴	-۳/۸
بیشینه	-۰/۲	۰/۲	-۰/۲	۰/۲	-۰/۲
دامنه	۱۵/۴	۱۶/۶	۱۶/۲	۱۸/۲	۱۸/۲
مد	-۴	-۱	-۱	-۱	-۱
چولگی	-۰/۷۴	-۰/۹۲	-۱/۵۱	-۰/۹۴	-۰/۹۷

عدد آستانه بازه زمانی ژانویه تا دسامبر با توجه به کمینه ۱۸/۴- درجه سانتی گرادی و انحراف معیار ۳/۴۷ رقم ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد مورد محاسبه قرار گرفت. با شاخص قرار دادن آستانه مذکور پس از تنظیم نزولی داده های دمای حداقل بازه زمانی ژانویه تا دسامبر، دمای حداقل ۱۰ روز از دوره آماری دارای رقمی کمتر از عدد ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد بوده که مشخصات آنها به عنوان روزهای مورد مطالعه و بر اساس شدت سرمای هوا در جدول ۴ درج گردیده است. با توجه به این که توزیع آماری دماهای فرین ایستگاه مراغه از روش توزیع احتمال کوچکترین مقادیر فرین[1] پیروی می کند، در توزیع مذکور عدد آستانه ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد با توزیع احتمال ۱ درصد مطابقت کامل دارد و می توان به جای عدد آستانه،

۱-Smallest Extreme Values Probability Distribution

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مقادیر فرین زیر ۱ درصد (احتمال وقوع یک صدم) را به عنوان دماهای ابر سرد در نظر گرفت. در شکل ۱ توزیع احتمال آماری وقوع دماهای فرین بازه دسامبر تا مارس ایستگاه مراغه در دستگاه توزیع احتمال کوچک ترین مقادیر فرین ترسیم و نشان داده شده است. شناسایی دماهای فرین ایستگاه مراغه در توزیع احتمال مذکور با فاصله اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفته است.



شکل (۱) توزیع احتمال دماهای حداقل روزانه دسامبر تا مارس مراغه به روش کوچک ترین مقادیر فرین

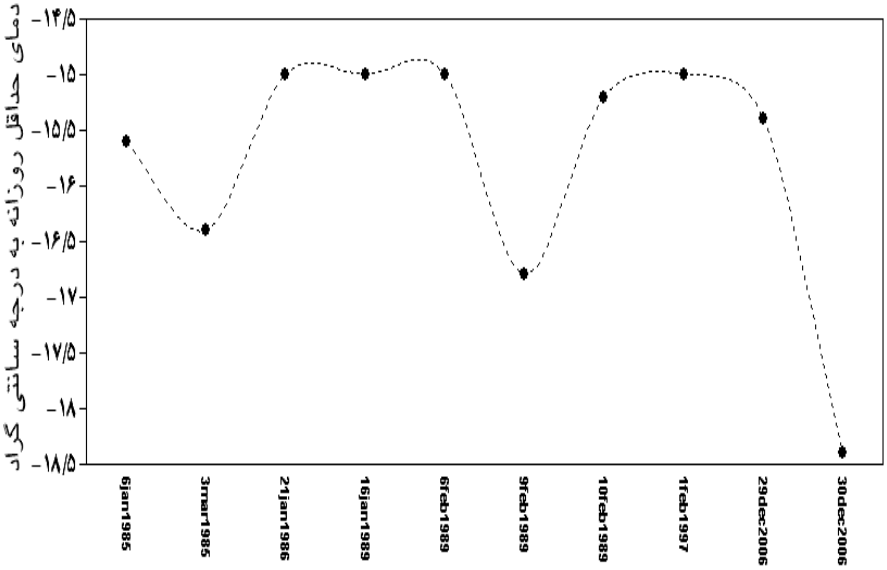
جدول (۳) آستانه های تفکیک دماهای ابر سرد ایستگاه مراغه

ماه	کمینه	انحراف معیار	عدد آستانه	تعداد روزهای ابر سرد
ژانویه	-۱۵/۶	۳/۴۴	-۱۲/۱۷	۲۶ روز
فوریه	-۱۶/۸	۳/۶۱	-۱۳/۱۹	۱۵ روز
مارس	-۱۶/۴	۳/۳۵	-۱۳	۶ روز
دسامبر	-۱۸/۴	۳/۲۶	-۱۵/۱۴	۲ روز
ژانویه تا دسامبر	-۱۸/۴	۳/۴۷	-۱۴/۹۳	۱۰ روز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول (۴) مشخصات روزهای مورد مطالعه برای تحلیل سینوپتیک دماهای ابر سرد ایستگاه مراغه

ردیف	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	دمای حداقل روزانه به سانتی گراد
۱	۳۰ دسامبر ۲۰۰۶	۹ دی ۱۳۸۵	-۱۸/۴
۲	۹ فوریه ۱۹۸۹	۲۰ بهمن ۱۳۶۷	-۱۶/۸
۳	۳ مارس ۱۹۸۵	۱۲ اسفند ۱۹۶۳	-۱۶/۴
۴	۶ ژانویه ۱۹۸۵	۱۶ دی ۱۳۶۳	-۱۵/۶
۵	۲۹ دسامبر ۲۰۰۶	۸ دی ۱۳۸۵	-۱۵/۴
۶	۱۰ فوریه ۱۹۸۹	۲۱ بهمن ۱۳۶۷	-۱۵/۲
۷	۲۱ ژانویه ۱۹۸۶	۱ بهمن ۱۳۶۴	-۱۵
۸	۱۶ ژانویه ۱۹۸۹	۲۶ دی ۱۳۶۷	-۱۵
۹	۶ فوریه ۱۹۸۹	۱۷ بهمن ۱۳۶۷	-۱۵
۱۰	۱ فوریه ۱۹۹۷	۱۳ بهمن ۱۳۷۵	-۱۵



شکل (۲) تغییرات دمای حداقل روزانه در ۱۰ روز انتخابی برای مطالعه روزهای ابر سرد ایستگاه مراغه

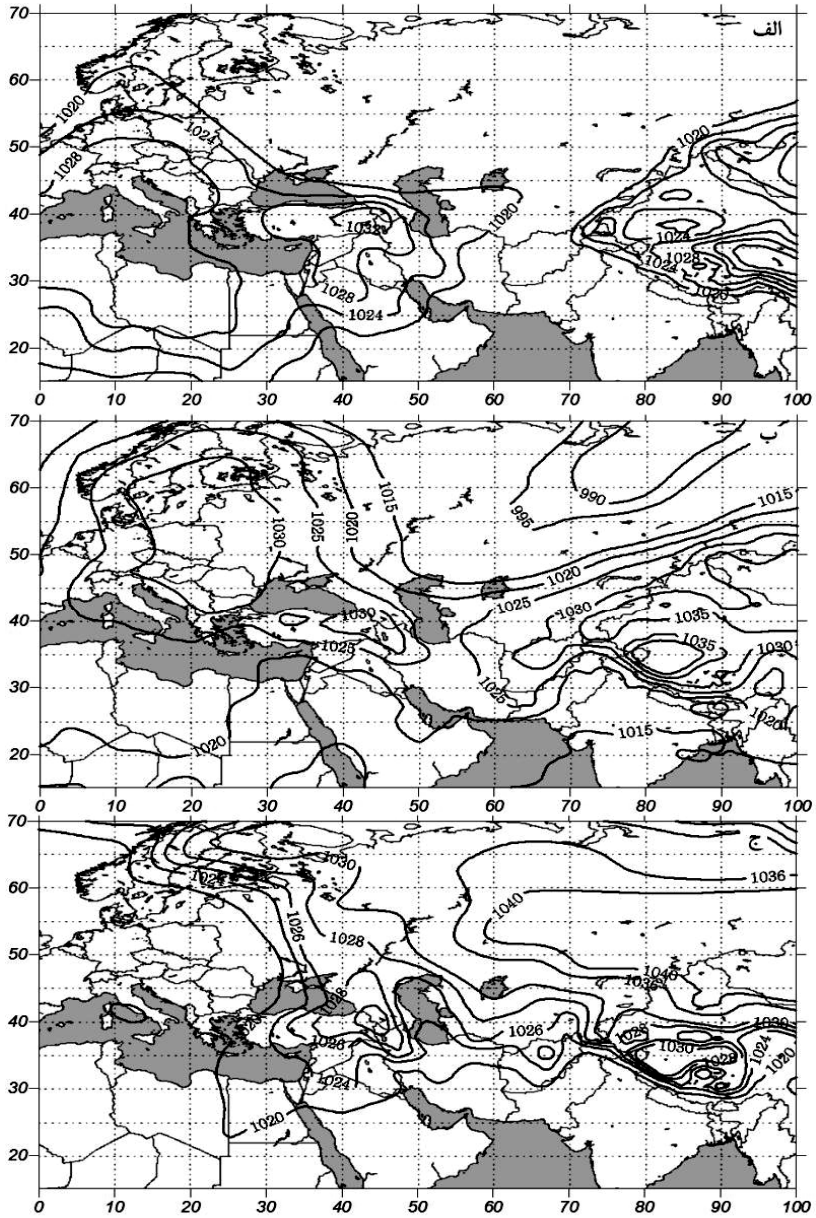
با توجه به شکل ۲ که توزیع خطی دمای حداقل ایستگاه مراغه را در ۱۰ روز ابر سرد انتخاب شده نشان می دهد و همچنین جدول ۲، روز ۳۰ دسامبر ۲۰۰۶ (۹ دی ۱۳۸۵) با دمای هـوای ۱۸/۴- سانتی گراد سردترین روز ایستگاه مراغه در طول دوره مورد مطالعه می باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

الگوهای فشار سطح زمین

برای شناسایی الگوهای گردشی فشار سطح زمین به هنگام وقوع دماهای ابر سرد، نقشه ها و داده های فشار سطح دریا در ۱۰ روز انتخابی ترسیم و با استفاده از روش دستی، نقشه های ترسیمی به ۳ گروه مجزا تقسم و مورد تحلیل قرار داده شدند. در تقسیم بندی مذکور گروه اول به نام پرفشار غربی شامل ۵ روز ۳۰ و ۲۹ دسامبر ۲۰۰۶ ، ۱ فوریه ۱۹۹۷ و ۹ و ۱۰ فوریه ۱۹۸۹، گروه دوم به اسم پرفشار ادغامی (ادغام پرفشار سیبری با پرفشار غربی) دربرگیرنده روزهای ۶ فوریه ۱۹۸۹، ۱۶ ژانویه ۱۹۸۹ و ۲۱ ژانویه ۱۹۸۶ و گروه ۲ عضوی سوم به اسم پرفشار سیبری و شامل روزهای ۳ مارس ۱۹۸۵ و ۶ ژانویه ۱۹۸۵ هستند. پس از استخراج داده های فشار سطح زمین برای هر یک از گروه ها، از روزهای هر گروه میانگین گیری شده و نقشه مرکب هر گروه برای شناسایی الگوی گردشی سطح دریا ترسیم گردید و به این ترتیب با گروه بندی نقشه های فشار سطح دریا در ۱۰ روز مورد مطالعه، ۳ الگوهای گردشی سطح زمین در هنگام وقوع دماهای ابر سرد شناسایی شد که در شکل ۴ نشان داده شده اند. ملاحظه می شود که در هر ۳ الگوی گردشی فشار سطح دریا سلول بسته پرفشاری بر منطقه شمال غرب ایران و بر روی مراغه مستقر شده است. پرفشار های مذکور زبانه پرفشارهای مهاجر از غرب و سیبری هستند و اثر بسزایی بر کاهش یا تشدید افت دمای مناطقی از ایران می گذارند.

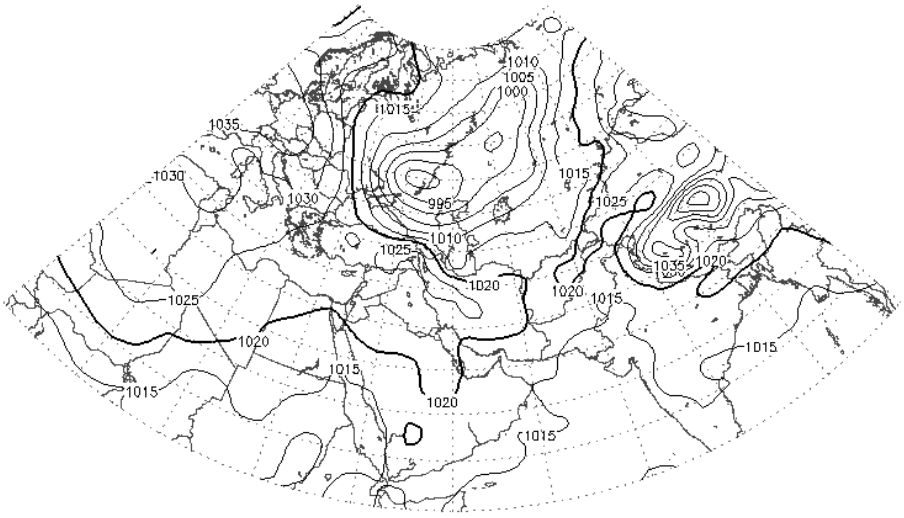
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل (۴) الگوهای فشار سطح دریا مؤثر بر وقوع دماهای ابر سرد در ایستگاه مراغه، الف: الگوی پرفشار غربی، ب: الگوی پرفشار ادغامی، ج: الگوی پرفشار سیبری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

به عنوان مثال الگوی توزیع فشار در روز ۱۶ ژانویه ۱۹۸۹ (شکل ۵) نمونه خوبی برای نشان دادن وضعیت الگوی پرفشار غربی است.



شکل (۵) وضعیت استقرار الگوی پرفشار غربی در ساعت صفر Z روز ۱۶ ژانویه ۱۹۸۹

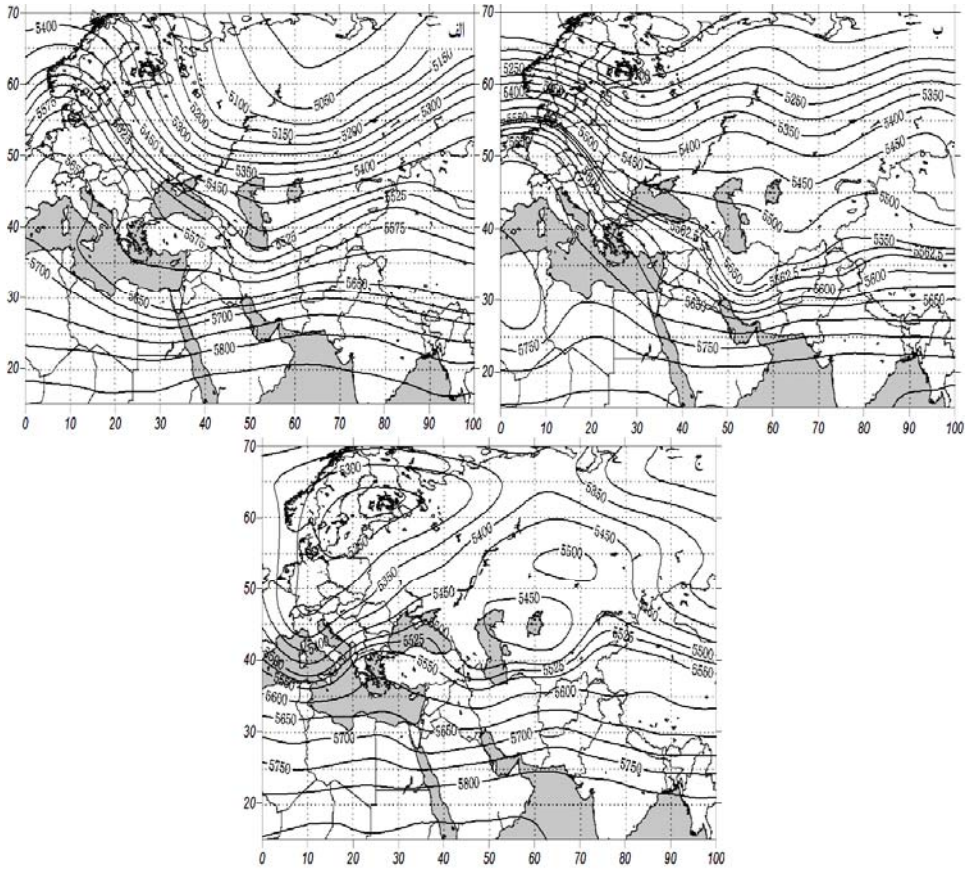
در این روز زبانه پرفشار غربی که سلول و هسته فشار مرکزی آن بر روی اقیانوس اطلس مستقر است، از سمت شمال غرب به ایران نفوذ کرده و به کل ایران گسترش یافته است. با نفوذ این سامانه فشار قوی، دمای هوای ایستگاه مراغه تا ۱۵- درجه نزول کرده و روزی ابر سرد را در ایستگاه مراغه به وجود آورده است.

شناسایی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال

روش شناسایی الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کاملاً شبیه روش شناسایی الگوهای فشار سطح دریا می باشد. نتایج حاصل از گروه بندی به روش دستی نشان از وجود و شناسایی سه الگوی گردشی در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارد که باعث وزش هوای سرد از عرض های بالای جغرافیایی به سمت مراغه شده و باعث وقوع دماهای ابر سرد در ۱۰ روز مورد مطالعه شده اند. در شکل ۶ نقشه های متوسط سه الگوی گردشی مؤثر بر وقوع دماهای ابر سرد ترسیم گردیده است. الگوی اول هوای سرد اروپای شمالی را از حوالی عرض جغرافیایی ۵۹ درجه شمالی به سمت ایستگاه مراغه هدایت می کند. در این الگو منحنی میزان ارتفاع ۵۵۵۰ ژئوپتانسیل متری تقریباً از روی مراغه رد شده است. محور فرود مذکور از جنوب دریای خزر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

عبور کرده و ایستگاه مراغه در قسمت غرب فرود غربی مذکور و تحت تأثیر فعالیت شدید آنتی سیکلونی و نزول هوای سرد عرض های بالا هوای بسیار سردی را تجربه می کند (شکل ۶ الف).



شکل (۶) الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مؤثر بر وقوع دماهای ابر سرد مراغه. الف: الگوی اول، ب: الگوی دوم، ج: الگوی سوم

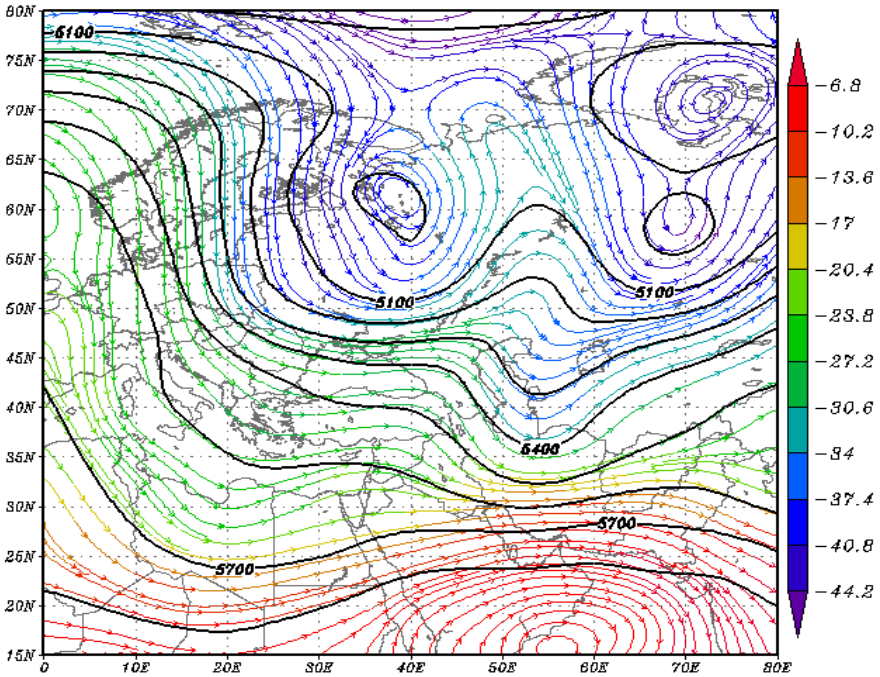
آرایش توپوگرافی الگوی دوم (شکل ۶ ب) پشته ای قوی در روی اروپای شمالی را نشان می دهد که منطقه شمال غرب ایران در قسمت جنوب شرقی محور پشته مذکور قرار گرفته و فرود نسبتاً بلندی به ارتفاع ۵۵۶۲/۵ ژئوپتانسیل متر را از آن عبور کرده است. فرود مذکور سرمای هوای عرض ۵۵ درجه شمالی را به سمت منطقه شمال غرب ایران و ایستگاه مراغه منتقل می کند (شکل ۶ ب). شکل ۶ الف و ۶ ب نشان می دهند که در هر دو محور یک ناوه بر روی ایران

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

قرار گرفته و غرب ایران در قسمت عقبی ناوه و جلویی پشته مستقر بر اروپا بوده و همین الگو باعث ریزش هوای سرد عرض های شمالی به عرض های پایین شده است. در الگوی سوم آرایش توپوگرافی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشانگر وجود یک بندال قوی از نوع رکس در عرض های بالای ۴۰ درجه شمالی است. شاخه جنوبی موج غربی بعد از محل دوشاخه شدن بر روی دریای مدیترانه و ایجاد پشته بر روی دریای سیاه به سمت شمال غرب ایران نزول پیدا کرده و هوای سردی را بر منطقه حاکم ساخته است (شکل ۶ ج).

لازم به ذکر است که در هر سه الگوی گردشی تراز ۵۰۰ شناسایی شده الگوی باد مداری غربی و باد نصف النهاری شمالی بودند. با توجه به نقشه های ترسیمی که حالت عمومی و کلی هر یک از الگوهای گردشی سه گانه را نشان می دهند، معلوم گردید که توزیع جغرافیایی دمای هوا در سطوح فوقانی بویژه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال کاملاً تحت تاثیر توپوگرافی ارتفاع ژئوپتانسل بوده و فرودهای بلند بادهای غربی عامل فرارفت و انتقال هوای سرد عرض های بالای جغرافیایی به سمت مراغه هستند. وضعیت باد در هر سه الگوی گردشی با اندکی تفاوت، نشان دهنده تضعیف باد های مداری در روزهایی که دماهای ابر سرد اتفاق افتاده، می باشد. شمالی بودن باد نصف النهاری نشان دهنده انتقال هوای سرد عرض های شمالی به سمت مناطق پایین تر هستند. جهت بادهای نصف النهاری هم با وضعیت الگوهای گردشی و هم با توزیع دمای هوا در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال همخوانی و مطابقت دارد. در شکل ۷ بردار میدان باد با فرارفت دما و تطابق آرایش توپوگرافی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال، همچنین انتقال هوای سرد از حوالی عرض ۷۵ درجه شمالی در روز ابر سرد ۱ فوریه ۱۹۹۷ نشان داده شده است.

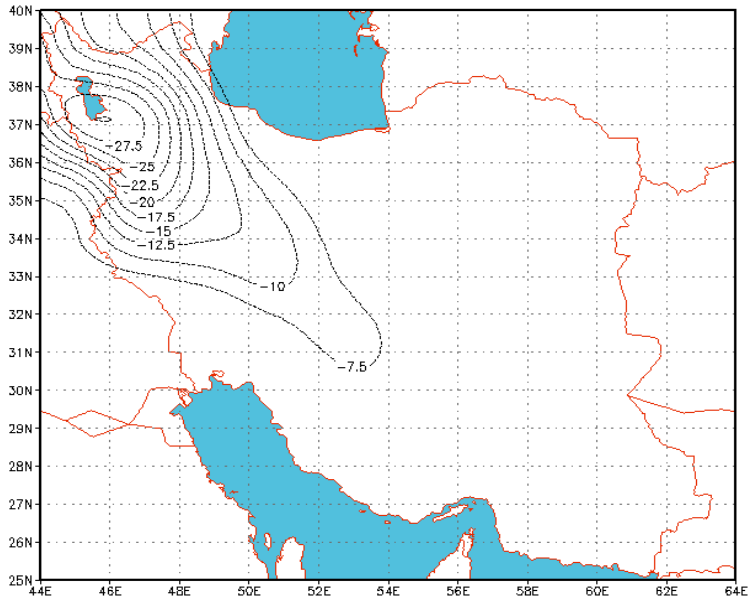
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل (۷) نقشه های ترکیبی ارتفاع ژئوپتانسیل و فرارفت دمایی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال در ساعت صفر Z روز ۱ فوریه ۱۹۹۷

توجه به امتداد پیکان هایی که نشان دهنده انتقال هوای سرد توسط باد شمالی از عرض ۷۰ درجه شمالی به سمت مراغه است، دمای ابر سرد اتفاق افتاده در روز ۱ فوریه ۱۹۹۷ از نوع فرارفتی (وزشی، انتقالی) می باشد. دمای هوای ایستگاه مراغه به واسطه فرارفت دمایی منفی اتفاق افتاده در روز ۱ فوریه ۱۹۹۷ به ۱۵- و در ۲ متری سطح دریا به ۲۷/۵- درجه سانتی گراد (شکل ۸) رسیده که از نظر افت دما، روز مذکور یک روز ابر سرد برای ایستگاه مراغه محسوب می شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل (۸) دمای ۲ متری بالای زمین در منطقه مورد مطالعه (ساعت صفر Z روز ۱ فوریه ۱۹۹۷)

نتیجه گیری

محاسبه شاخص تعیین دمای ابر سرد نشان داد که آستانه دماهای ابر سرد ایستگاه مراغه برای ماه های دسامبر تا مارس، عدد ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد است که در توزیع احتمال آماری کوچک ترین مقادیر فرین ارقام کمتر از ۱ درصد امکان وقوع را شامل می شوند و بنابر این اعداد برابر یا کمتر از آستانه ۱۴/۹۳- درجه سانتی گراد یا کمتر از ۱ درصد در توزیع احتمال آماری کوچک ترین مقادیر فرین نشان دهنده دماهای ابر سرد در مراغه هستند. با توجه به عدد آستانه و پس از مرتب کردن صعودی داده های دمای حداقل روزانه مراغه، تعداد ۱۰ روز توأم با دمای ابر سرد برای مراغه تشخیص و از روزهای مذکور برای تحلیل سینوپتیک استفاده شد. ترسیم نقشه های فشار سطح دریا و جو بالا نشان داد که در روزهای ابر سرد مراغه ۳ الگوی گردشی فشار دریا بر ایستگاه مراغه حاکمیت دارند که عبارت از: الگوی پرفشار غربی با فراوانی ۵ روز از مجموع ۱۰ روز، الگوی پرفشار ادغامی با فراوانی ۳ روز از مجموع ۱۰ روز و الگوی پرفشار سیبری با فراوانی ۲ روز از مجموع ۱۰ روز، هستند. تحلیل مقادیر مربوط به ارتفاع ژئوپتانسیل تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نیز نشان از وجود ۳ الگوی گردشی فرود بلند در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال دارد. استقرار یکی از الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال به همراه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

تضعیف باد مداری و شمالی شدن جهت باد نصف النهاری، موجبات فرارفت دمای سرد عرض های بالای جغرافیایی را به ایستگاه مراغه فراهم نموده و دمای هوا را تا حد غیر قابل تحملی کاهش می دهد. استقرار یکی از ۳ الگوی فشار سطح دریا نیز نقش فرارفت دمایی سرد را تکمیل و تشدید نموده و نهایتاً موجب سرمای شدید هوا شده و روزهای ابر سرد را بدین شکل بر ایستگاه مراغه تحمیل می کند. با توجه به روزهای مورد مطالعه و نقش عوامل سینوپتیک در وقوع دماهای ابر سرد، معلوم گردید که دماهای ابر سرد مراغه همگی جنبه انتقالی یا فرارفتی داشته و عوامل زمینی در ایجاد دماهای فرین نقش چندانی ندارد و فقط می توانند در شدت و ضعف دماهای ابر سرد تاثیر گذار باشند که این نتیجه گیری با نتایج مطالعات انجام شده (براتی، ۱۳۷۸، ص۱۳۳، علیجانی و هوشیار، ۱۳۸۷، ص۱ و قویدل رحیمی، ۱۳۹۰، ص ۱۵۵) مطابقت می نماید.

دماهای ابر سرد به طور حتم با مسایل انسانی بویژه از نظر پزشکی و اقتصادی- اجتماعی در ارتباط بوده و ابعاد زندگی جانداران را تحت تاثیر قرار می دهد. شاید بروز و تشدید بیماری های زمستانی مثل سرماخوردگی بارزترین شکل از نمونه اثرات دماهای ابر سرد باشد که خود این امر می تواند به مسایل مهم تر دیگری چون فراگیر شدن سرماخوردگی در شکل نوع آنفلونزایی آن و تعطیلی مراکز آموزشی و ادارات و مسایلی از این دست منجر شود. مسئله تامین انرژی در جریان روز های توأم با دماهای ابر سرد نیز بسیار مهم است، زیرا بین میزان مصرف انرژی (اعم از نفت، گاز، برق و سایر انرژی های در دسترس) و در نتیجه افت فشار شبکه های انتقال انرژی و میزان برودت هوا هماهنگی و رابطه ای قوی وجود دارد. اگر دماهای ابر سرد در قالب موج سرد با تداوم چند روزه بر یک منطقه مستولی شود، وضعیت از آنچه که ذکر شد، می تواند به مراتب بدتر شود. با توجه به مطالب گفته شده به نظر می رسد که مدیران و برنامه ریزان کشوری بویژه در بخش های درمانی و انرژی بایستی دماهای ابر سرد را به عنوان مسئله ای مهم و در خور توجه ویژه قلمداد کنند.

منابع و ماخذ

۱. براتی، غلامرضا (۱۳۷۸) **روابط سیستمی پرفشار های مهاجر و یخبندان های بهاره ایران**، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۱۵۰-۱۳۳ : ۵۳ .

۲. علیجانی، بهلول، هوشیار، محمود (۱۳۸۷) **شناسایی الگوهای سینوپتیکی سرماهای شدید منطقه شمال غرب ایران**، پژوهش های جغرافیایی دانشگاه تهران ، ۱۶- ۱: ۶۵ .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

۳. فتاحی، ابراهیم، صالحی پاک، تهمینه (۱۳۸۸) **تحلیل الگوهای سینوپتیکی یخبندان های زمستانه ایران**، جغرافیا و توسعه، ۱۳۶-۱۲۷ : ۱۳ .

۴. قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۹۰) **رابطه دماهای فرین پایین فراگیر دوره سرد آذربایجان با الگوهای گردشی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال**، فضای جغرافیایی، ۱۸۴-۱۵۵ : ۳۵.

۵. مجرد، فیروز، جوادی، بهمن (۱۳۸۹) **پهنه بندی ایران بر مبنای دماهای حداقل**، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۱۰۶-۸۳ : ۳۹ .

۶. ورشاویان، وحید، خلیلی، علی، قهرمان، نوذر، حجام، سهراب (۱۳۹۰) **بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران**، فیزیک زمین و فضا، ۱۷۹-۱۶۹ : ۳۷.

Bonsal، R; X, Zhang; L, Vincent; W, Hogg, (۲۰۰۱) ***Characteristics of daily and extreme temperatures over Canada***, *Journal of Climate*, ۱٤: ۱۹۵۹-۱۹۷٦.

Cony, M; E, Hernandez; T, Del Teso, (۲۰۰۸) ***Influence of synoptic scale in the generation of extremely cold days in Europe***, *Atmosfera*, ۲۱(٤): ۳۸۹-٤۰۱.

Ha, J; J, Yoon; H, Kim, (۲۰۰۹) ***Relationship between winter temperature and mortality in Seoul, South Korea, from ۱۹۹٤ to ۲۰۰٦***, *Science of the total environment*, ٤۰۷: ۲۱۵۸-۲۱٦٤.

Hanson, C; J, P, Palutikof; M, Livermore; L, Barring; M, Bindi; J, Corte-Real; R, Durao; C, Giannakopoulos; P, Good; T, Holt; Z, Kundzewicz; G, C, Leckebusch; M, Moriondo; M, Radziejewski; J, Santos; P, Schlyter; M, Schwarb; I, Stjernquist; U, Ulbrich, (۲۰۰۷) ***Modelling the impact of climate extremes: an overview of the MICE project***, *Climatic Change*, ۸۱: ۱٦۳–۱۷۷.

Judit, B; P, Rita, (۲۰۰٦) ***Regional analysis of extreme temperature indices for the Carpathian Basin from ۱۹٤٦ to ۲۰۰۱***, *Global and planetary change*, ۹۱: ۲۱۳–۲۲۱.

Kadokura, S; Kato, H, (۲۰۰۵) ***Seasonal /Regional variation of variability characteristic of daily maximum/minimum temperatures***

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

in Japan observed and reproduced by RegCM nested in NCAR-CSM, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, ۸۳(۱): ٦۹-۸۷.

Lee, T, C; T, H, Chan; L, Ginn; M, C, Wong, (۲۰۱۱) Long-Term Trends in Extreme Temperatures in Hong Kong and Southern China, Advances in Atmospheric Sciences, ۲۸ (۱): ۱٤۷-۱۵۷.

Prieto, L; R, Garcia; J, Diaz; E, Hernandez; T, Del Teso, (۲۰۰٤) ***Minimum extreme temperatures over Peninsular Spain***, *Global and Planetary Change*, ٤٤(۱-٤): ۵۹-۷۱.

Reiss, R; M, Thomas, (۲۰۰۷) ***Statistical Analysis of Extreme Values***, Birkhäuser press, Berlin.

Unkasevic, M; I, Tosic, (۲۰۰۹) ***Changes in extreme daily winter and summer temperatures in Belgrade***, *Theoretical and Applied Climatology*, ۹۷: ۲۷-۳۸.

Zhang, Q; C, Xu; Z, Zhang; G, Ren; Y, Chen, (۲۰۰۸) ***Climate change or variability? The case of Yellow river as indicated by extreme maximum and minimum air temperature during ۱۹٦۰–۲۰۰٤***, *Theoretical and Applied Climatology*, ۹۳: ۳۵–٤۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]